

DOI: <https://doi.org/10.70577/cieninter.v4i3.132>

Inteligencia Artificial Aplicada a la Enseñanza de las Ciencias Exactas

Artificial Intelligence Applied to the Teaching of Exact Sciences

Gina Maribel Riera Calle ¹

MINEDEC

ginarierac@yahoo.es

<https://orcid.org/0009-0002-6839-8695>

Cuenca – Ecuador

José Luis Vimos Calle ²

Universidad Politécnica Salesiana

Joselvimosc@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-5964-967X>

Cuenca – Ecuador

Diego Geovanny Arias Sinchi ³

MINEDEC

diegog1985@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-0460-0772>

Cuenca – Ecuador

Cómo citar

Riera Calle, G. M., Vimos Calle, J. L., & Arias Sinchi, D. G. (2026). Inteligencia Artificial Aplicada a la Enseñanza de las Ciencias Exactas. *Ciencia Interdisciplinaria Internacional*, 4(3), 1217–1228.
<https://doi.org/10.70577/cieninter.v4i3.132>

Fecha de recepción: 2026-08-31

Fecha de aceptación: 2026-09-14

Fecha de publicación: 2026-09-29

RESUMEN

El acelerado desarrollo de la inteligencia artificial (IA), especialmente de los sistemas de tutoría inteligente, el aprendizaje adaptativo y la inteligencia artificial generativa (IAG), ha modificado las posibilidades de enseñanza de las matemáticas, la física y la química. El objetivo de este artículo fue sintetizar críticamente la evidencia reciente sobre las aplicaciones, efectos, oportunidades, riesgos y condiciones pedagógicas de la IA en la enseñanza de las ciencias exactas. Se realizó una revisión sistemática orientada por PRISMA 2020, con búsqueda estructurada de literatura publicada entre 2022 y septiembre de 2026 en ERIC, PubMed/PMC y plataformas editoriales académicas de alta circulación (SpringerLink, ScienceDirect, IOPscience, ACS Publications y Frontiers). Se priorizaron artículos revisados por pares que abordaran matemáticas, física, química o educación STEM con resultados de aprendizaje, prácticas docentes, evaluación o integración pedagógica de IA. El corpus analítico quedó constituido por 20 trabajos recientes, entre estudios empíricos, revisiones sistemáticas y metaanálisis. Los hallazgos muestran beneficios recurrentes en personalización, retroalimentación inmediata, generación de explicaciones, apoyo a la resolución de problemas, diseño de actividades y evaluación formativa. La evidencia cuantitativa más reciente reporta efectos positivos moderados sobre el aprendizaje STEM, aunque con heterogeneidad importante entre niveles, disciplinas y diseños. Las principales limitaciones son las respuestas incorrectas o plausibles pero falsas, la debilidad ante razonamientos complejos y representaciones espaciales, la dependencia cognitiva, la integridad académica, la privacidad y la desigualdad de acceso. Se concluye que la IA ofrece mayor valor cuando funciona como mediadora del razonamiento y no como sustituta de la actividad cognitiva del estudiante; por ello, su integración debe acompañarse de alfabetización en IA, verificación de resultados, diseño docente explícito y evaluación centrada en procesos.

Palabras clave: inteligencia artificial; ciencias exactas; matemáticas; física; química; STEM; inteligencia artificial generativa; revisión sistemática.

ABSTRACT

The rapid development of artificial intelligence (AI), particularly intelligent tutoring systems, adaptive learning, and generative artificial intelligence (GenAI), has expanded teaching possibilities in mathematics, physics, and chemistry. This article systematically synthesizes recent evidence on the applications, effects, opportunities, risks, and pedagogical conditions of AI in exact-science education. A PRISMA 2020-oriented systematic review was conducted using structured searches of literature published from 2022 to September 2026 in ERIC, PubMed/PMC, and major academic publishing platforms (SpringerLink, ScienceDirect, IOPscience, ACS Publications, and Frontiers). Peer-reviewed studies addressing mathematics, physics, chemistry, or STEM education and reporting learning outcomes, teaching practices, assessment, or pedagogical integration of AI were prioritized. The analytical corpus comprised 20 recent works, including empirical studies, systematic reviews, and meta-analyses. Findings consistently indicate benefits for personalization, immediate feedback, explanation generation, problem-solving support, activity design, and formative assessment. Recent quantitative evidence suggests moderate positive effects on STEM learning, although substantial heterogeneity remains across educational levels, disciplines, and research designs. Major limitations include inaccurate or plausible-but-false responses, weaknesses in complex reasoning and spatial representations, cognitive overreliance, academic integrity, privacy, and unequal access. AI is therefore most educationally valuable when it mediates reasoning rather than replacing students' cognitive activity.

Keywords: artificial intelligence; exact sciences; mathematics; physics; chemistry; STEM; generative AI; systematic review.



INTRODUCCIÓN

Las ciencias exactas se definen por el uso sistemático de modelos, lenguajes simbólicos, razonamiento lógico, cuantificación, experimentación y resolución de problemas. En este campo, la incorporación de la inteligencia artificial (IA) no constituye únicamente un cambio tecnológico, sino que modifica la manera en que el estudiante accede a explicaciones, recibe retroalimentación, representa fenómenos, practica procedimientos y contrasta soluciones. El esparcimiento de los modelos generativos desde 2022 ha acelerado este proceso al posibilitar interacciones conversacionales capaces de producir texto, ecuaciones, código, ejemplos, preguntas y explicaciones en pocos segundos.

La retórica reciente evidencia que la IA aplicada a la educación comprende diversas tecnologías y modalidades de uso. Los sistemas de tutoría inteligente y aprendizaje adaptativo consienten ajustar tareas, niveles de dificultad y retroalimentación de acuerdo con el desempeño del estudiante; los modelos de aprendizaje automático posibilitan analizar patrones de aprendizaje y anticipar posibles dificultades; mientras que la inteligencia artificial generativa (IAG), sustentada principalmente en modelos de lenguaje de gran escala, facilita la interacción mediante diálogo, generación de materiales y apoyo a la resolución de problemas. En la educación científica, estas tecnologías han sido relacionadas con procesos de personalización, evaluación, apoyo conceptual y diseño de experiencias de aprendizaje (Almasri, 2024; Wang et al., 2024).

No obstante, la fluidez y aparente coherencia de los sistemas generativos no avalan necesariamente la precisión de sus respuestas ni la construcción de

aprendizajes significativos. En matemáticas se han documentado dificultades relacionadas con geometría, problemas de elevada complejidad y razonamientos que requieren múltiples representaciones; en física, las respuestas generadas pueden presentarse formalmente correctas sin reproducir el proceso auténtico de construcción de sentido que desarrolla el estudiante; mientras que, en química, se han identificado posibilidades para apoyar cálculos y actividades de laboratorio, pero también riesgos relacionados con errores conceptuales, uso acrítico de la información y sustitución de la elaboración personal (Cooper, 2023; Soltanirad et al., 2023; Wei, 2024).

En este argumento, el problema central ya no consiste únicamente en determinar si la IA es capaz de generar respuestas relacionadas con las ciencias exactas, sino en establecer bajo qué condiciones su utilización contribuye efectivamente al aprendizaje. Las revisiones sistemáticas y los metaanálisis recientes alcanzan resultados favorables, aunque también muestran una importante heterogeneidad entre las intervenciones y destacan la necesidad de mediación docente, alfabetización en IA y diseños pedagógicos que conduzcan al estudiante a justificar, verificar, contrastar y argumentar las respuestas obtenidas (Boolzen et al., 2026; Molemane et al., 2026). A pesar del crecimiento de las investigaciones sobre IA educativa, la diversidad de tecnologías, niveles educativos, disciplinas y formas de implementación hace necesaria una síntesis actualizada que permita comprender de manera conjunta sus posibilidades y limitaciones en matemáticas, física y química.

Por consiguiente, el objetivo de esta revisión sistemática es analizar la literatura científica



publicada entre 2022 y septiembre de 2026 sobre la aplicación de la inteligencia artificial en la enseñanza de las ciencias exactas, con la finalidad de identificar sus principales usos pedagógicos, sus efectos sobre el aprendizaje, las limitaciones y riesgos reportados, así como las condiciones necesarias para una integración educativa efectiva y responsable. La revisión se concentra específicamente en matemáticas, física y química, e incorpora evidencia procedente del ámbito STEM cuando sus resultados presentan una relación directa o son transferibles a estas disciplinas.

A partir de este propósito, la revisión busca reconocer las siguientes preguntas de investigación: ¿qué tipos de herramientas y aplicaciones de IA se utilizan con mayor frecuencia en la enseñanza de matemáticas, física y química?; ¿qué efectos reporta la literatura reciente sobre el aprendizaje, el razonamiento, la motivación, la retroalimentación y la evaluación?; ¿qué riesgos y limitaciones se identifican en el uso educativo de la IA en las ciencias exactas?; y ¿qué condiciones pedagógicas favorecen una integración efectiva y responsable de estas tecnologías? Estas interrogantes orientan el proceso de búsqueda, selección, análisis y síntesis de la evidencia científica desarrollado en las siguientes secciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Criterios de inclusión y exclusion

Tipo	Criterios
Inclusión	Publicaciones entre 2022 y septiembre de 2026; artículos revisados por pares; relación directa entre IA y enseñanza/aprendizaje de matemáticas, física, química o STEM; estudios empíricos, revisiones sistemáticas o metaanálisis; texto con información metodológica y resultados suficientes; inglés o español.
Exclusión	Trabajos centrados únicamente en informática o enseñanza de IA sin vínculo con ciencias exactas; editoriales u opiniones sin análisis; estudios puramente técnicos sin componente educativo; duplicados; documentos sin información suficiente para la síntesis; publicaciones anteriores a 2022.

Selección, extracción y síntesis

La selección se realizó en dos fases: revisión de título/resumen y lectura del contenido disponible de los trabajos potencialmente pertinentes. Para cada

Se desarrolló una revisión sistemática de literatura con orientación a las recomendaciones PRISMA 2020. Debido al carácter acelerado y multidisciplinar del campo, se combinó búsqueda en índices académicos accesibles (ERIC y PubMed/PMC) con búsqueda estructurada en plataformas editoriales de revistas científicas (SpringerLink, ScienceDirect, IOPscience, ACS Publications y Frontiers). La última actualización de búsqueda se realizó el 13 de septiembre de 2026.

Estrategia de búsqueda

Se emplearon combinaciones en inglés y español de los términos: “artificial intelligence”, “generative AI”, “ChatGPT”, “intelligent tutoring systems”, “mathematics education”, “physics education”, “chemistry education”, “science education”, “STEM education”, “inteligencia artificial”, “enseñanza de las matemáticas”, “enseñanza de la física” y “enseñanza de la química”. Se utilizaron operadores AND/OR y búsquedas por título, resumen y palabras clave cuando la plataforma lo permitió.

Cadena orientativa: ("artificial intelligence" OR "generative AI" OR ChatGPT OR "intelligent tutoring system*") AND ("mathematics education" OR "physics education" OR "chemistry education" OR "science education" OR "STEM education").

estudio incluido se registraron año, disciplina, tipo de IA, nivel educativo, diseño o naturaleza del estudio y hallazgos relevantes. El corpus final de síntesis estuvo compuesto por 20 publicaciones verificadas.



La heterogeneidad de objetivos, intervenciones y medidas impidió realizar un nuevo metaanálisis. propio; por ello se utilizó síntesis narrativa temática y se incorporaron los tamaños de efecto reportados por metaanálisis recientes cuando estaban disponibles. Como control de calidad, se priorizaron revistas indexadas y editoriales académicas reconocidas, DOI

RESULTADOS

Caracterización general de la evidencia

La producción científica muestra un crecimiento marcado a partir de 2023, coincidente con la expansión de ChatGPT y otros modelos generativos. En matemáticas predominan estudios sobre tutoría, resolución de problemas, retroalimentación y

verificable y descripciones metodológicas explícitas. Esta revisión no sustituye una búsqueda bibliométrica exportada directamente desde Scopus o Web of Science; por ello, los resultados deben interpretarse como una síntesis sistemática y reproducible de evidencia reciente accesible en las fuentes declaradas.

adopción docente; en física se observa interés por razonamiento, resolución de problemas y aceptación de la IAG; y en química destacan el apoyo al laboratorio, cálculos, diseño de actividades y formación docente. Paralelamente, las revisiones STEM permiten observar tendencias transversales sobre rendimiento, personalización y condiciones de implementación.

Autor(es)	Año	Área	Diseño	IA/Enfoque	Hallazgo principal
Mohamed et al.	2022	Matemáticas	Revisión sistemática	Robótica, agentes, sistemas y herramientas de IA	La IA se asocia con comprensión conceptual, estrategias y efectividad; predominan diseños cuantitativos.
Cooper	2023	Ciencias	Estudio exploratorio	ChatGPT	Potencial para explicar y apoyar pedagogía científica, pero riesgo de presentarse como autoridad epistémica sin suficiente evidencia.
Soltanirad et al.	2023	Química	Comparativo	ChatGPT	Desempeño competitivo en cálculos ácido-base y explicaciones; persisten errores y necesidad de verificar conceptualización.
Mahligawati et al.	2023	Física	Revisión	IA educativa	Beneficios en comprensión conceptual, personalización, interacción y evaluación; retos de infraestructura, formación y privacidad.
Almasri	2024	Ciencias/STEM	Revisión sistemática	Múltiples tecnologías de IA	Efectos positivos frecuentes en aprendizaje y prácticas de enseñanza; evidencia heterogénea.
Panqueban & Huincahue	2024	Matemáticas	Revisión sistemática	ITS, IA y herramientas adaptativas	Identifica aplicaciones en enseñanza, aprendizaje y evaluación; 29 estudios analizados.
Yeadon & Hardy	2024	Física	Revisión	IA/GenAI	Potencial desde secundaria a universidad, condicionado por precisión, diseño pedagógico y evaluación.
Ruff	2024	Química	Intervención didáctica	ChatGPT	Uso para desarrollo de métodos y química verde en laboratorio avanzado; requiere evaluación crítica de las propuestas.
Feldman-Maggor et al.	2024/2025	Química	Artículo marco	IAG + TPACK	Propone integrar conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar para evitar usos superficiales.
Wei	2024	Matemáticas	Evaluación de desempeño	ChatGPT-4/4o	Buen desempeño general en problemas NAEP, con debilidades relativas en geometría, medición y alta dificultad.
Li	2024/2025	Matemáticas primaria	Empírico	IA educativa	La adopción docente depende de factores internos y externos, percepción de utilidad, apoyo y condiciones institucionales.



Iyamuremye et al.	2024	Química	Revisión crítica	IA y ML	Potencial para personalización, predicción y apoyo al aprendizaje; demanda formación docente y atención ética.
Erümit & Sarıalioğlu	2025	Ciencias/Química	Revisión sistemática	IA/GenAI	Sintetiza herramientas, resultados de aprendizaje, riesgos y recomendaciones en ciencia y química.
Pepin et al.	2025	Matemáticas	Scoping review	ChatGPT	Usos en comprensión, planificación, evaluación, personalización y colaboración; necesidad de juicio profesional.
Zhuang	2025	Cálculo	Estudio de casos	ChatGPT	La utilidad depende de cómo se estructura la interacción; el uso sin orientación puede limitar el aprendizaje profundo.
Li et al.	2025	STEM escolar	Metaanálisis	IA personalizada	La personalización apoyada por IA muestra beneficios globales, con variación según contexto y diseño.
Molemane et al.	2026	Matemáticas	Revisión sistemática	Tutoría y evaluación con IA	12 estudios incluidos; evidencia favorable pero heterogénea; recomienda diseños más robustos.
Boolzen et al.	2026	STEM	Revisión metaanálisis +	IAG	Efecto global positivo en resultados cognitivos, pero heterogeneidad muy alta y posible sesgo de publicación.
Ortiz Herrera & Figueroa Mora	2026	Física	Revisión sistemática	IAG/LLM	La evidencia empírica en física crece, pero continúa fragmentada; se requieren estudios longitudinales.
Estudio STEM 2026 (J. Intelligence)	2026	STEM	Revisión metaanálisis +	IA instruccional	35 estudios; efecto global $g=0,67$; mejores resultados en secundaria, con variación por disciplina y duración.

Principales aplicaciones pedagógicas

Aplicación	Descripción	Implicación en ciencias exactas
Tutoría y aprendizaje adaptativo	Sistemas que ajustan ejercicios, pistas, secuencias o explicaciones al desempeño del estudiante.	Especialmente consolidado en matemáticas; favorece práctica diferenciada y retroalimentación inmediata.
Resolución guiada de problemas	Chatbots y LLM que proponen procedimientos, ejemplos, preguntas socráticas o explicaciones paso a paso.	Útil para álgebra, cálculo, física y química, siempre que se exija justificar y verificar.
Generación de recursos	Creación de problemas, cuestionarios, ejemplos contextualizados, guías de laboratorio y explicaciones alternativas.	Reduce tiempo de preparación, pero el docente debe validar rigor, nivel y seguridad.
Evaluación formativa	Generación de retroalimentación, pistas, preguntas y análisis de errores.	Puede aumentar frecuencia del feedback; no debe sustituir la evaluación profesional en tareas de alta importancia.
Laboratorio y modelización	Diseño preliminar de actividades, análisis de procedimientos, apoyo en interpretación y modelización.	Relevante en química y física; exige controles de seguridad y contraste con evidencia experimental.
Analítica y predicción	Modelos de ML para detectar patrones, predecir dificultades y apoyar decisiones pedagógicas.	Prometedor para personalización y seguimiento, con desafíos de privacidad y sesgo.

Efectos sobre el aprendizaje

La evidencia convergente indica que la IA puede mejorar el rendimiento cuando está integrada en una secuencia didáctica y no se limita a entregar respuestas. Un metaanálisis de 35 estudios de instrucción apoyada por IA en STEM reportó un efecto global estadísticamente significativo de magnitud moderada-alta (Hedges $g = 0,67$; IC 95 %

[0,49; 0,85]), con resultados especialmente favorables en secundaria. Otro metaanálisis reciente de IAG en STEM encontró efectos positivos globales, pero una heterogeneidad muy elevada ($I^2 = 96,32$ %), lo que advierte que el beneficio no es uniforme y depende de la intervención, la población, la tarea y la forma de evaluación (Boolzen et al., 2026).



En matemáticas, los beneficios se concentran en retroalimentación inmediata, práctica adaptativa y apoyo a procedimientos; sin embargo, los modelos generativos todavía pueden fallar en geometría, medición, razonamiento de alta dificultad y problemas que requieren una comprensión profunda de representaciones. En física, la IA produce soluciones bien estructuradas, aunque el razonamiento del estudiante conserva un valor particular por su carácter iterativo, representacional y vinculado a la construcción de sentido. En química, la IA puede generar explicaciones y propuestas de laboratorio útiles, pero la exactitud conceptual y la seguridad experimental requieren supervisión experta.

Beneficios identificados

- Personalización del ritmo, nivel de dificultad y tipo de explicación.
- Retroalimentación inmediata y disponibilidad fuera del horario de clase.
- Generación de múltiples representaciones, ejemplos y contextos para un mismo concepto.
- Apoyo a estudiantes durante la resolución de problemas y el estudio autónomo.
- Reducción del tiempo docente en tareas rutinarias de preparación y creación de borradores.
- Posibilidad de utilizar el error de la IA como recurso didáctico para argumentar, verificar y refutar.
- Apoyo a la evaluación formativa y detección temprana de dificultades cuando se combina con analítica de aprendizaje.

Riesgos y limitaciones

Riesgo	Manifestación	Respuesta pedagógica
Exactitud científica	La IA puede producir respuestas convincentes pero incorrectas, referencias inexistentes o procedimientos defectuosos.	Verificación con fuentes, solución independiente, contraste experimental y rúbricas de validación.
Dependencia cognitiva	El estudiante puede delegar el razonamiento y limitar la práctica deliberada.	Exigir explicación propia, comparación de métodos, defensa oral y reflexión metacognitiva.
Integridad académica	Dificultad para distinguir producción personal y asistencia automatizada.	Diseñar evaluación auténtica, procesos visibles, bitácoras de uso y declaraciones de asistencia de IA.
Sesgo y opacidad	Los modelos pueden reproducir sesgos y no explican completamente su proceso interno.	Alfabetización crítica, contraste de perspectivas y uso de datos adecuados.
Privacidad	Ingreso de datos personales o institucionales en servicios externos.	No introducir información sensible; aplicar políticas institucionales y consentimiento cuando corresponda.
Brecha digital	Acceso desigual a dispositivos, conectividad o versiones avanzadas.	Alternativas sin IA, acceso institucional y diseño inclusivo.
Seguridad experimental	En química/física una sugerencia incorrecta puede implicar procedimientos inseguros.	Toda actividad experimental debe ser revisada por el docente y por protocolos de seguridad.

DISCUSIÓN

Los resultados permiten afirmar que la IA no constituye una metodología didáctica por sí misma. Su impacto depende de la tarea que se le asigne dentro de una arquitectura pedagógica. Cuando se usa como proveedor automático de respuestas, existe

riesgo de disminuir la elaboración cognitiva; cuando se usa como interlocutor que genera pistas, propone contraejemplos, simula errores, solicita justificaciones o ayuda a comparar estrategias, puede ampliar las oportunidades de razonamiento.

En matemáticas, la evidencia reciente confirma una transición desde los sistemas de tutoría inteligente



hacia ecosistemas híbridos que combinan analítica, adaptatividad e IAG. La revisión de Molemane et al. (2026) muestra que los sistemas de tutoría y evaluación pueden ser efectivos, aunque los estudios todavía difieren mucho en duración, instrumentos y resultados. El desempeño de ChatGPT-4/4o en tareas estandarizadas también demuestra que la competencia aparente del modelo varía por dominio, especialmente en geometría y problemas complejos (Wei, 2024). Por tanto, la pregunta pedagógica relevante es qué procesos debe conservar el estudiante y cuáles puede delegar sin perder comprensión.

En física, el desafío es especialmente epistemológico. Resolver un problema no equivale únicamente a obtener una expresión o un valor numérico; implica interpretar el fenómeno, seleccionar principios, construir representaciones y evaluar la plausibilidad del resultado. Estudios recientes muestran que la IA puede producir soluciones formalmente ordenadas, pero esto no reemplaza la construcción de sentido propia del aprendizaje disciplinar. La formación docente debe orientarse a diseñar interacciones donde la IA funcione como objeto de crítica y no como autoridad final.

En química, la IAG ofrece ventajas para formular preguntas, generar borradores de protocolos, discutir química verde y apoyar cálculos. No obstante, el laboratorio introduce una exigencia adicional: la seguridad. Ninguna propuesta generada por IA debe ejecutarse sin validación del docente, revisión de

concentraciones, incompatibilidades, riesgos y procedimientos institucionales. El marco TPACK resulta útil porque obliga a articular conocimiento disciplinar, pedagógico y tecnológico, evitando que la novedad de la herramienta desplace los objetivos de aprendizaje (Feldman-Maggor et al., 2025).

Los metaanálisis de 2025–2026 fortalecen la evidencia de que la IA puede mejorar el aprendizaje STEM, pero también obligan a evitar conclusiones deterministas. Un efecto promedio positivo no significa que cualquier uso de IA produzca aprendizaje. La heterogeneidad muy alta reportada por Boolzen et al. (2026) indica que el diseño de la intervención es decisivo. La duración, el nivel educativo, el tipo de herramienta, la calidad de los prompts, la formación del docente, el conocimiento previo y la forma de evaluar actúan como moderadores.

Desde una perspectiva curricular, la integración responsable de IA en ciencias exactas debería desplazar parte de la evaluación desde el producto final hacia el proceso. Una respuesta correcta puede haber sido generada automáticamente; en cambio, pedir al estudiante que explique por qué una solución es válida, detecte un error del modelo, compare dos métodos, estime el resultado antes de consultar la IA o defienda oralmente una decisión permite recuperar evidencia del aprendizaje. Así, la presencia de IA no elimina la evaluación, sino que exige rediseñarla.

Modelo de integración pedagógica propuesto

Fase	Acción didáctica	Pregunta de control
1. Propósito	Definir el aprendizaje esperado antes de elegir la herramienta.	¿Qué debe comprender o ser capaz de hacer el estudiante?
2. Activación	Solicitar predicción, estimación o solución inicial sin IA.	¿Qué sabe y cómo razona antes de consultar el sistema?
3. Interacción	Usar IA para pistas, preguntas, ejemplos o contraste, no solo respuesta final.	¿La IA amplía el razonamiento o lo sustituye?
4. Verificación	Contrastar con cálculo, fuente, simulación, experimento o razonamiento independiente.	¿Cómo sabemos que la respuesta es correcta?
5. Explicación	Exigir justificación personal y lenguaje disciplinar.	¿Puede el estudiante explicar el porqué?
6. Transferencia	Resolver una nueva tarea con menor apoyo de IA.	¿El aprendizaje se mantiene cuando cambia el



		problema?
7. Transparencia	Registrar qué herramienta se utilizó y para qué.	¿Existe trazabilidad del uso de IA?

Implicaciones para la práctica docente

- Planificar el uso de IA a partir del objetivo curricular y no de la disponibilidad de la herramienta.
- Enseñar explícitamente a formular consultas, revisar resultados y detectar errores o alucinaciones.
- Combinar momentos con IA y sin IA para preservar cálculo mental, razonamiento simbólico, modelización y argumentación.
- Utilizar respuestas erróneas generadas por IA como material para análisis crítico y corrección.
- Solicitar evidencia del proceso: borradores, procedimientos, bitácoras, explicaciones orales y reflexión final.
- En laboratorio, impedir que una recomendación de IA sustituya protocolos de seguridad o validación docente.
- Establecer normas de citación o declaración del uso de IA en tareas académicas.
- Proteger datos personales y evitar cargar información sensible de estudiantes en plataformas no autorizadas.

CONCLUSIONES

La revisión sistemática realizada permite concluir que la inteligencia artificial se ha consolidado como una tecnología con creciente potencial para transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias exactas. La evidencia analizada muestra que su incorporación en matemáticas, física y química puede favorecer la personalización del aprendizaje, la retroalimentación inmediata, la resolución guiada de problemas, la generación de

- Priorizar accesibilidad y alternativas equivalentes para estudiantes sin conectividad o cuentas premium.
- Evaluar periódicamente si la IA mejora aprendizaje, autonomía y calidad del razonamiento, no solo rapidez.

Limitaciones de la revisión

La revisión se concentró en publicaciones de 2022 a septiembre de 2026 y en literatura disponible mediante índices y plataformas académicas consultables en línea. No se realizó una exportación bibliométrica directa desde bases de suscripción como Scopus o Web of Science, por lo que puede existir literatura pertinente no recuperada. Además, el campo evoluciona con rapidez: versiones de modelos, políticas institucionales y capacidades técnicas pueden cambiar en periodos cortos. Finalmente, la diversidad de disciplinas, niveles, instrumentos y tipos de IA impide atribuir un efecto único a la tecnología; las conclusiones deben entenderse en relación con los diseños pedagógicos específicos.

explicaciones y recursos educativos, así como el desarrollo de procesos de evaluación formativa. No obstante, estos beneficios no dependen exclusivamente de las capacidades tecnológicas de las herramientas, sino de la forma en que son incorporadas dentro de una planificación pedagógica orientada al logro de aprendizajes específicos.

Los hallazgos evidencian, además, que los efectos positivos de la IA sobre el aprendizaje no son homogéneos. Las investigaciones revisadas presentan diferencias relacionadas con el nivel educativo, la



disciplina, el tipo de herramienta, la duración de las intervenciones y las estrategias metodológicas utilizadas. En consecuencia, no resulta adecuado asumir que la sola utilización de inteligencia artificial producirá mejoras en el rendimiento académico. Su efectividad está condicionada por la mediación docente, el conocimiento previo de los estudiantes, la calidad de las actividades propuestas y, particularmente, por las oportunidades que estas generen para razonar, argumentar, comprobar y transferir los conocimientos adquiridos.

En el ámbito específico de las ciencias exactas, la IA puede constituirse en un recurso de apoyo significativo siempre que no sustituya los procesos cognitivos esenciales del estudiante. En matemáticas, su utilidad se relaciona especialmente con la práctica adaptativa, la explicación de procedimientos y la retroalimentación; en física puede contribuir al análisis y resolución de problemas, aunque resulta indispensable conservar la interpretación de fenómenos, la modelización y la valoración de la plausibilidad de los resultados; mientras que en química puede apoyar cálculos, explicaciones y el diseño preliminar de actividades experimentales. En este último caso, cualquier recomendación relacionada con prácticas de laboratorio requiere necesariamente supervisión docente y aplicación rigurosa de los protocolos de seguridad.

A pesar de estas posibilidades, la revisión también identifica desafíos que deben ser considerados antes de generalizar su utilización educativa. Entre ellos destacan la generación de información incorrecta pero aparentemente convincente, la posibilidad de dependencia cognitiva, los problemas de integridad académica, los sesgos de los modelos, la privacidad de los datos y las desigualdades de acceso a dispositivos, conectividad o herramientas avanzadas.

Estas limitaciones justifican la necesidad de desarrollar alfabetización en inteligencia artificial tanto en docentes como en estudiantes, entendida no solamente como capacidad para utilizar estas herramientas, sino también para cuestionar, contrastar y verificar críticamente sus resultados.

Desde esta perspectiva, la función docente adquiere mayor relevancia y no menor importancia ante la incorporación de la IA. El profesorado debe determinar cuándo su utilización aporta valor pedagógico, establecer las actividades que pueden desarrollarse con su apoyo y aquellas que requieren trabajo independiente, así como diseñar mecanismos que permitan comprobar el aprendizaje auténtico del estudiante. Esto implica avanzar hacia evaluaciones centradas no únicamente en la respuesta final, sino también en los procedimientos utilizados, la argumentación, la explicación, la detección de errores, la comparación de estrategias y la capacidad de resolver nuevas situaciones con menor asistencia tecnológica.

En síntesis, la inteligencia artificial aplicada a la enseñanza de las ciencias exactas representa una oportunidad relevante para enriquecer los ambientes educativos, pero su verdadero aporte no debe medirse por la rapidez con la que genera respuestas, sino por su capacidad para contribuir al desarrollo de aprendizajes significativos, autonomía, pensamiento crítico y razonamiento científico. Por ello, la IA debería concebirse como una herramienta de mediación, andamiaje y apoyo al aprendizaje, y no como sustituta del razonamiento del estudiante ni de la intervención pedagógica del docente. Las futuras investigaciones deberán profundizar mediante estudios longitudinales y experimentales en qué condiciones, con qué metodologías y para qué aprendizajes específicos la integración de IA produce



ventajas sostenibles frente a estrategias educativas convencionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albadarin, Y., Saqr, M., Pope, N., & Tukiainen, M. (2024). A systematic literature review of empirical research on ChatGPT in education. *Discover Education*, 3, 60. <https://doi.org/10.1007/s44217-024-00138-2>
- Almasri, F. (2024). Exploring the impact of artificial intelligence in teaching and learning of science: A systematic review of empirical research. *Research in Science Education*, 54, 977–997. <https://doi.org/10.1007/s11165-024-10176-3>
- Boolzen, C., Kuhn, J., Flegr, S., Rott, E.-M., Stausberg, N., et al. (2026). Evidence of impact and interpretational limits of generative AI in STEM education: A systematic review and meta-analysis on cognitive learning outcomes. *Artificial Intelligence Review*. <https://doi.org/10.1007/s10462-026-11665-9>
- Cooper, G. (2023). Examining science education in ChatGPT: An exploratory study of generative artificial intelligence. *Journal of Science Education and Technology*, 32, 444–452. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039-y>
- Erümit, A. K., & Sarıaloğlu, R. Ö. (2025). Artificial intelligence in science and chemistry education: A systematic review. *Discover Education*, 4, 178. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00622-3>
- Feldman-Maggor, Y., Blonder, R., & Alexandron, G. (2025). Perspectives of generative AI in chemistry education within the TPACK framework. *Journal of Science Education and Technology*, 34, 1–12. <https://doi.org/10.1007/s10956-024-10147-3>
- Iyamuremye, A., Niyonzima, F. N., Mukiza, J., Twagilimana, I., Nyirahabimana, P., Nsengimana, T., Habiyaremye, J. D., Habimana, O., et al. (2024). Utilization of artificial intelligence and machine learning in chemistry education: A critical review. *Discover Education*, 3, 95. <https://doi.org/10.1007/s44217-024-00197-5>
- Li, M. (2025). Integrating artificial intelligence in primary mathematics education: Investigating internal and external influences on teacher adoption. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23, 1283–1308. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10515-w>
- Li, S., Zeng, C., Liu, H., Jia, J., Liang, M., Cha, Y., Lim, C. P., et al. (2025). A meta-analysis of AI-enabled personalized STEM education in schools. *International Journal of STEM Education*, 12, 58. <https://doi.org/10.1186/s40594-025-00566-y>
- Mahligawati, F., Allanas, E., Butarbutar, M. H., & Nordin, N. A. N. (2023). Artificial intelligence in physics education: A comprehensive literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 2596, 012080. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2596/1/012080>
- Marzano, D. (2026). Generative artificial intelligence (GAI) in teaching and learning processes at the K-12 level: A systematic review. *Technology, Knowledge and Learning*, 31, 789–829. <https://doi.org/10.1007/s10758-025-09853-7>
- Mohamed, M. Z. B., Hidayat, R., Suhaizi, N. N. B., Sabri, N. B. M., Mahmud, M. K. H. B., & Baharuddin, S. N. B. (2022). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(3), em0694. <https://doi.org/10.29333/iejme/12132>
- Molemane, N., Mosia, M., & Egara, F. O. (2026). Effectiveness of AI-based tutoring and assessment systems in mathematics education: A systematic review. *Discover Education*. <https://doi.org/10.1007/s44217-026-01872-5>
- Ortiz Herrera, A. L., & Figueroa Mora, K. M. (2026). Inteligencia artificial generativa (IAG) en la



- enseñanza de la Física: una revisión sistemática de literatura. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 10(1).
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i1.22728
- Panqueban, D., & Huincahue, J. (2024). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic review. *Uniciencia*, 38(1).
<https://doi.org/10.15359/ru.38-1.20>
- Pepin, B., Buchholtz, N., & Salinas-Hernández, U. (2025). A scoping survey of ChatGPT in mathematics education. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 11, 9–41.
<https://doi.org/10.1007/s40751-025-00172-1>
- Ruff, E. F. (2024). Using ChatGPT for method development and green chemistry education in upper-level laboratory courses. *Journal of Chemical Education*.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00193>
- Soltanirad, C., Tafini, N., et al. (2023). Comparing the performance of college chemistry students with ChatGPT for calculations involving acids and bases. *Journal of Chemical Education*, 100(10), 3934–3944.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00500>
- Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tran, T., & Du, Z. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Expert Systems with Applications*, 252, 124167.
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124167>
- Wei, X. (2024). Evaluating ChatGPT-4 and ChatGPT-4o: Performance insights from NAEP mathematics problem solving. *Frontiers in Education*, 9, 1452570.
<https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1452570>
- Yeadon, W., & Hardy, T. (2024). The impact of AI in physics education: A comprehensive review from GCSE to university levels. *Physics Education*, 59, 025010. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ad1fa2>
- Zhuang, Y. (2025). Lessons from using ChatGPT in calculus: Insights from two contrasting cases. *Journal of Formative Design in Learning*, 9, 25–35. <https://doi.org/10.1007/s41686-025-00098-2>

Anexo 1. Matriz de búsqueda y trazabilidad

Fuente	Periodo	Términos principales	Tipo de evidencia
ERIC	2022–2026	artificial intelligence AND mathematics education; AI AND STEM education	Revisiones y estudios educativos
PubMed/PMC	2022–2026	artificial intelligence supported instruction AND STEM; meta-analysis AI STEM	Metaanálisis y revisiones
SpringerLink	2022–2026	AI mathematics education; AI science education; generative AI chemistry/physics education	Estudios, revisiones y marcos pedagógicos
ScienceDirect	2022–2026	ChatGPT mathematics education; AI education systematic review; physics generative AI	Revisiones y estudios empíricos
IOPscience	2022–2026	artificial intelligence physics education	Revisiones de física
ACS Publications	2022–2026	ChatGPT chemistry education; generative AI chemistry laboratory	Estudios de química y laboratorio
Frontiers	2022–2026	ChatGPT mathematics problem solving; generative AI K-12 STEM	Estudios de desempeño y revisiones